

Method and device for determining the state of a vehicle brake system

Patent number: DE4316993
Publication date: 1994-11-24
Inventor: BRAIG PETER DIPL ING (DE)
Applicant: DAIMLER BENZ AG (DE)
Classification:
- international: B60T17/22; G01D1/16; F16D66/02
- european: B60T17/22; F16D66/00; F16D66/02B4
Application number: DE19934316993 19930521
Priority number(s): DE19934316993 19930521

Abstract of **DE4316993**

In known vehicle brake systems the residual thickness of the brake linings and the temperature of the brake discs are each detected directly by sensors arranged at the brake end.
The invention provides a method and a device for carrying it out in which the residual thickness of the brake linings and/or the brake disc temperature are determined indirectly without the aid of corresponding sensors, for which purpose a computer (7), an mapping of sensors (1, 2, 3, 4, 10, 11) which permits the different layers of vehicle energy to be determined, a characteristic curve memory (5) for the degree of abrasion/work consumed by friction and a residual-thickness memory (6) are provided.
For use for example in vehicles with ABS and/or TCS.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 16 993 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 60 T 17/22
G 01 D 1/16
F 16 D 66/02

②1 Aktenzeichen: P 43 16 993.7
②2 Anmeldetag: 21. 5. 93
④3 Offenlegungstag: 24. 11. 94

DE 43 16 993 A 1

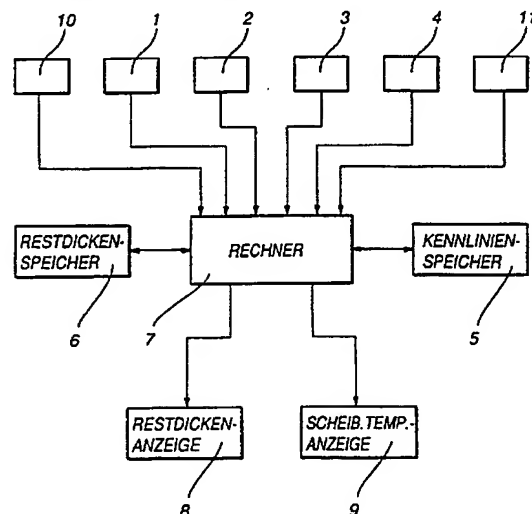
⑦1 Anmelder:
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

⑦2 Erfinder:
Braig, Peter, Dipl.-Ing. (FH), 7904 Dellmensingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung des Zustands einer Fahrzeugbremsanlage

⑤7 Bei bekannten Fahrzeugbremsanlagen wird die Restdicke der Bremsbeläge sowie die Temperatur der Bremsscheiben jeweils durch bremsenseitig angeordnete Sensoren direkt erfaßt.
Die Erfindung sieht ein Verfahren und eine Vorrichtung zu deren Durchführung vor, bei der die Bremsbelagrestdicke und/oder die Bremsscheibentemperatur indirekt ohne Zuhilfenahme von entsprechenden Sensoren ermittelt wird, wozu ein Rechner (7), eine die Bestimmung der verschiedenen Fahrzeugenergien erlaubende Anordnung von Sensoren (1, 2, 3, 4, 10, 11), ein Abriebdicke-/Reibungsarbeit-Kennlinienspeicher (5) sowie ein Restdicken-Speicher (6) vorgesehen sind.
Verwendung beispielsweise in Fahrzeugen mit einem Antiblockier- und/oder Antriebsschlupfregelungssystem.



DE 43 16 993 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 09. 94 408 047/290

5/33

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Zustands einer Fahrzeugbremsanlage, und zwar der Restdicke der Bremsbeläge und/oder der Bremsscheibentemperatur. Bei bekannten Bremsanlagen sind zur Bestimmung der Bremsbelagrestdicke Verschleißsensoren an den Bremsen selbst angeordnet, die die Restbelagdicke direkt messen, z. B. induktiv, kapazitiv, resistiv oder optoelektronisch, wie dies in der DE 33 13 078 C2 offenbart ist.

Zur Ermittlung der Bremsscheibentemperatur weisen bekannte Bremsanlagen ebenfalls direkt an der jeweiligen Bremse angeordnete Sensoren auf, z. B. Thermoelemente, wie in der DE 31 27 302 C2 offenbart.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Bestimmung des durch die Restdicke der Bremsbeläge und/oder der Bremsscheibentemperaturen charakterisierten Zustands einer Fahrzeugbremsanlage zugrunde, bei denen keine Restbelagdicke- und/oder Temperatursensoren an den Radbremzen erforderlich sind.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 oder 2 sowie durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruches 3 gelöst. Hierbei wird die Restbelagdicke jedes Fahrzeugbremsbelags und/oder die Temperatur jeder Bremsscheibe indirekt rechnerisch ermittelt, wozu die für einen Bremsvorgang charakteristischen energetischen Meßgrößen erfaßt werden, wie das Fahrzeuggewicht, die Fahrzeuggeschwindigkeit und daraus resultierend die Fahrzeugverzögerung, die Radwinkelgeschwindigkeiten und daraus folgend deren Verzögerungen und die Fahrbahnneigung und daraus folgend Betrag und Richtung der Hangabtriebskraft. Aus diesen Meßgrößen läßt sich die von den Belägen verrichtete Reibungsarbeit und daraus die Abriebdicke der Beläge und/oder die Bremsscheibentemperaturen für den Bremsvorgang indirekt ermitteln, ohne daß entsprechende Sensoren an den Bremsen angeordnet sein müssen. Ein solches Vorgehen bietet sich insbesondere in Fahrzeugen an, die über Radschlupfregelsysteme verfügen, z. B. Antiblockier- und/oder Antriebsschlupfregelsysteme, da solche Systeme bereits wenigstens einen großen Teil der vorliegend benötigten Komponenten besitzen, so daß die Verwirklichung der vorliegenden Erfindung in diesen Fällen keinen nennenswerten Mehraufwand erfordert und eine echte Einsparung an Sensorelementen, nämlich derjenigen für die Restbelagdicke und Bremsscheibentemperaturen, mit sich bringt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Bestimmung der Restdicke der Bremsbeläge sowie der Bremsscheibentemperaturen einer Fahrzeugbremsanlage.

Zentrales Element der in der Figur dargestellten Vorrichtung ist eine Rechneinheit 7, die vorzugsweise als Mikrocomputer realisiert ist und gleichzeitig für ein Antiblockiersystem verwendet wird. Der Rechner 7 empfängt die elektrischen Ausgangssignale einer Sensoreinrichtung 1 für die Gierwinkel, einer Sensoreinrichtung 2 für die Fahrzeugbeschleunigung einer Sensoreinrichtung 3 für die Raddrehzahlen der Fahrzeugräder, einer Sensoreinrichtung 4 für den Fahrbahnneigungswinkel gegenüber der Horizontalen, einer Sensoreinrichtung 10 für den Bremsdruck und einer Motormomentsen-

rik 11 sowie in nicht näher gezeigter Weise von einer Motronik-Einheit eine Information über den Belastungszustand des Motors. Der Rechner des ABS-Steuergesetzes 7 ermittelt aus diesen Sensorausgangssignalen die für die Lösung des Problems notwendigen Größen, wie Fahrzeugmasse, -geschwindigkeit und -beschleunigung bzw. -verzögerung, Radumfangsgeschwindigkeiten bzw. -verzögerungen, Fahrbahnneigungswinkel etc.

Aus diesen, gegebenenfalls auch für die Antiblockierregelung erhaltenen Werten ermittelt der Rechner 7 nunmehr unter Verwendung zugehöriger, geläufiger mathematischer Beziehungen die Veränderungen der kinetischen und potentiellen Energie des Fahrzeuges und der Rotationsenergie der Räder während der Dauer eines Bremsvorgangs, dessen Vorliegen vom Rechner 7 zuvor ebenfalls durch die Auswertung der Sensorausgangssignale erkannt wird. Diese ermittelten Veränderungen der Energien stehen in direktem Zusammenhang mit der von den Bremsen verrichteten Reibungsarbeit, welche daher ebenfalls bestimmbar ist. Es läßt sich zudem der individuelle Anteil jeder Bremse an der verrichteten Reibungsarbeit feststellen, wozu eine dem Fachmann geläufige Anordnung der Sensoreinrichtungen 1, 2, 3, 4, 10, 11 vorzusehen ist.

Aus der errechneten Reibungsarbeit und damit der Reibungsleistung bestimmt der Rechner 7 zum einen die zugehörige Bremsscheibentemperatur für jede Bremse und gibt diese auf einer Bremsscheibentemperaturanzeige 9 aus. Dabei wird im allgemeinen der Energieverlust über die Erwärmung der Reifen vernachlässigbar sein, andernfalls wäre auch er zu berücksichtigen. Dies läßt den momentanen Belastungszustand der Bremsanlage erkennen. Dadurch läßt sich beispielsweise auch beurteilen, ob bei einer bestimmten Bremsfolge ein Beharrungszustand erzielbar ist, also eine Bremsintervallfolge, bei der die Bremsscheibentemperaturen zwischen einem vorwählbaren höheren Wert am Ende einer Bremsung und einem vorwählbaren niederen Wert vor Beginn der nächsten Bremsung variieren, wozu die passenden Brems- und Abkühlintervallzeiten unter der Annahme eines exponentiellen zeitlichen Abkühlverhaltens vom Rechner ermittelt werden. Des weiteren bestimmt der Rechner 7 die durch die verrichtete Reibungsarbeit verursachte Abriebdicke des Bremsbelags jeder Bremse. Dies geschieht dadurch, daß der Rechner 7 die Werte eines zugehörigen Abriebdicke-/Reibungsarbeit-Kennlinienspeichers 5 liest und die zu dem ermittelten Wert der Reibungsarbeit gehörige Abriebdicke feststellt. Die in diesem Kennlinien-Speicher 5 abgespeicherten Werte wurden zuvor für die verwendete Bremsanlage empirisch, d. h. experimentiell, ermittelt und dann dort abgespeichert. Der jeweilige genaue Verlauf einer solchen Kennlinie hängt insbesondere von der Verschleißintensität ab, die wiederum wesentlich von den Materialien der Bremsbeläge und der Bremsscheibe sowie der Bremsengeometrie, der Temperatur und auch dem Verschmutzungsgrad abhängt.

Hat der Rechner 7 die Abriebdicke für den erfolgten Bremsvorgang ermittelt, so subtrahiert er den erhaltenen Wert von der vor dem Bremsvorgang vorhandenen Restdicke für jeden Bremsbelag, wobei er die letzteren Werte aus einem Restdicken-Speicher 6 ausliest, in dem diese abgespeichert sind. Daraufhin speichert er die neuen Restdickenwerte erneut im Restdicken-Speicher 6 ab. Gleichzeitig gibt der Rechner 7 die Werte über die verbleibende Restdicke der Bremsbeläge über eine Restdickenanzeige 8 zur Kenntnisnahme aus.

An der Restdickenanzeige 8 läßt sich folglich die noch

vorhandenen Restdicke aller Bremsbeläge ablesen, wobei selbstverständlich vorausgesetzt ist, daß beim Einsetzen neuer Bremsbeläge jeweils der Neuwert der Dicke eines solchen Bremsbelags im Restdicken-Speicher 6 abgelegt wird.

Die vorliegende Erfindung macht es mithin möglich, die Bremsscheibentemperaturen und die Restdicken der Fahrzeugbremsbeläge indirekt ohne entsprechende Sensoren zu bestimmen. Dies ist — wie bereits oben ausgeführt — besonders vorteilhaft, wenn die entsprechenden Sensoreinrichtungen 1, 2, 3, 4, 10, 11 sowie der Rechner 7 bereits zur Erfüllung anderer Zwecke fahrzeugseitig vorhanden sind, z. B. als Teile einer Antiblockier- und/oder Antriebschlupfregelung.

Die im Einzelfall erzielbare Genauigkeit hängt naturgemäß vor allem von der Genauigkeit der Sensoreinrichtungen 1, 2, 3, 4, 10, 11, der empirisch ermittelten Abriebdicke-/Reibungsarbeit-Kennlinien sowie dem rechentechnischen Aufwand ab. Diese einzelnen Maßnahmen lassen sich vom Fachmann in geeigneter Weise auf den jeweils vorliegenden Anwendungsfall und die gewünschten Anforderungen abstimmen. Insbesondere ist es ihm gegebenenfalls möglich, zur Verbesserung der Genauigkeit der Restbelagdicken-/und/oder Scheibentemperaturbestimmung die der Rechereinheit zugeführten Signale weiterer Sensoreinrichtungen auszunutzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des Zustands einer Fahrzeugbremsanlage, insbesondere der Bremsbelagrestdicke, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Abspeicherung der anfänglichen Dickenwerte der Bremsbeläge,
- Ermittlung von die Energiebilanz des Fahrzeugs bestimmenden Meßgrößen, insbesondere des Fahrzeuggewichts, der Fahrzeugbewegung, der Rotationsbewegung der Räder und der Fahrbahneigung, während der Dauer eines Bremsvorgangs,
- Berechnung der bei dem Bremsvorgang von jedem Bremsbelag jeweils zu verrichtenden Reibungsarbeit unter Verwendung der erfaßten Meßgrößenwerte,
- Ermittlung der Dicke des Abriebs jedes Bremsbelags für den Bremsvorgang unter Verwendung der berechneten Reibungsarbeit, der erfaßten Meßgrößen und einer zugehörigen, abgespeicherten Abriebdicke-/Reibungsarbeit-Kennlinie für den Bremsbelag und
- Subtraktion der für den Bremsvorgang ermittelten Abriebdickenwerte der Bremsbeläge von den vor diesem Bremsvorgang vorliegenden Restdickenwerten und Abspeicherung der neu bestimmten Restdickenwerte.

2. Verfahren zur Bestimmung des Zustands einer Fahrzeugbremsanlage, insbesondere der Bremsscheibentemperatur, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Erfassung von die Energiebilanz des Fahrzeugs bestimmenden Meßgrößen, insbesondere des Fahrzeuggewichts, der Fahrzeugbewegung, der Rotationsbewegung der Räder und der Fahrbahneigung, während der Dauer eines Bremsvorgangs,
- Berechnung der bei dem Bremsvorgang

von jedem Bremsbelag jeweils zu verrichtenden Reibungsarbeit und Reibungsleistung unter Verwendung der erfaßten Meßgrößenwerte und

- Ermittlung der zugehörigen Bremsscheibentemperatur jedes Bremsbelags aus der berechneten, zu verrichtenden Reibungsarbeit und Reibungsleistung, der aktiven Bremsscheibenmasse sowie der spezifischen Wärmekapazität des Bremsscheibenmaterials.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Elemente:

- Sensoreinrichtungen (1, 2, 3, 4, 10, 11) zur Erfassung des momentanen Fahrzustandes sowie zur Erzeugung entsprechender elektrischer Ausgangssignale,
- eine elektronische Speichereinrichtung (5), in der die Abriebdicke-/Reibungsarbeit-Kennlinien abgespeichert sind,
- eine elektronische, löschbare Speichereinrichtung (6), in der die Dickenwerte für die Bremsbeläge abgespeichert sind und
- eine Rechereinheit (7), die die Sensorausgangssignale empfängt, daraus einen Bremsvorgang erkennt und die zugehörige Reibungsarbeit für jeden Bremsbelag berechnet, unter Zugriff auf die Kennlinien-Speichereinrichtung (5) die Abriebdicken der Bremsbeläge für den Bremsvorgang ermittelt, die in der Restdicken-Speichereinrichtung (6) gespeicherten Restdickenwerte der Bremsbeläge ausliest und hiervon die ermittelten Abriebdickenwerte für jeden Bremsbelag subtrahiert und die so bestimmten neuen Restdickenwerte in die Restdicken-Speichereinrichtung (6) einschreibt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine Anzeigeeinrichtung (8) zur Anzeige der jeweils noch vorhandenen Restdicke der Fahrzeugbeläge.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rechereinheit (7) die rechnerische Bestimmung der Temperaturen der Bremsscheiben für den Bremsvorgang durchführt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

